



Популяционные характеристики *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae) на Северо-Западном Кавказе и оценка климатических предпосылок экспансии вида в европейской части России



Population characteristics of *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae) in the Northwestern Caucasus and assessment of the climatic prerequisites for its expansion in the European part of Russia

В.И. Щуров, А.С. Замотайлов, А.В. Щурова, М.М. Скворцов (Адыгейский государственный университет, Кубанский государственный аграрный университет, Кубанское отделение РЭО, ФБУ «Рослесозащита», meotida2011@yandex.ru)

Кружевица *Corythucha arcuata* (Say, 1832) с 2015 года стала наиболее многочисленным чужеродным фитофагом аборигенных видов *Quercus* на Северном Кавказе, с 2016 года формирующим очаги массового размножения в природных лесах и рукотворных древостоях от уровня моря до максимальной высоты произрастания отдельных деревьев дуба (около 1700 м н.у.м.) и его массивов (около 1200 м н.у.м.) в Краснодарском крае и Адыгее. Несмотря на то, что изучение региональных особенностей биологии и вредности вида ведется с 2016 г., исчерпывающей полноты данных и ответов на некоторые вопросы, интересующие практиков лесного хозяйства, пока нет. Основными задачами остаются: определение порога развития (T_p), суммы эффективных температур (СЭТ) всех стадий жизненного цикла, а также значения миграционной активности имаго *Corythucha arcuata*. Наблюдения в природе уже в 2019 году практические исчерпали возможности получения более точных данных (накопие их огромный объем), поэтому в 2020 году их продолжили лабораторные эксперименты. Настоящая работа (объединяющая два взаимосвязанных направления этих исследований) кратко излагает результаты 2019–2020 годов.

Стадия жизненного / сезонного цикла: первая генерация (G0 – G1)	Начало стадии в природе (Краснодар, SSE)	СЭТ к началу стадии в Краснодаре, при $T_p=+11,0^{\circ}\text{C}$ (гр.-дн.)		Тсрс воздуха в течение стадии (метеостанция), $^{\circ}\text{C}$	СЭТ для достижения стадии (гр.-дн.)		Длительность стадии в опыте (сутки)	
		метеостанция, 29 м н.у.м.	ТН-логгер в кроне на NNW (32 м н.у.м. + 6 м)		в природе (метеостанция Краснодар)	in vitro (средняя)	min	max
Подъем имаго G0 в кроны	14.04.2020	30	81	9,7	X	X	X	X
Активное питание имаго G0	20.04.2020	38	100	11,3	8	X	X	X
Яйцекладка (завершение оогенеза)	02.05.2020	63	162	12,4	25	X	X	X
Появление нимф I (эмбриогенез)	04.06.2020	247	427	16,6	184	174	X	X
Появление нимф II (развитие в нимф III)	07.06.2020	276	467	19,8	29	46	1	4
Появление нимф III (развитие в нимф IV)	09.06.2020	304	500	24,4	28	31	2	3
Появление нимф IV (развитие в нимф V)	11.06.2020	336	539	26,5	32	43	2	4
Появление нимф V (формирование имаго)	13.06.2020	362	568	25,0	26	42	2	3
Появление имаго G1	16.06.2020	396	612	22,1	34	60	3	4
Расселение имаго G1	24.06.2020	494	734	25,7	X	X	X	X
Развитие: нимфы I – имаго G1		X	X	X	149	218	12	15
Развитие: яйца G1 – имаго G1	X	X	X	X	333	407	X	X
Развитие: имаго G1 – имаго G1		X	X	X	X	X	X	X

Развитие нимф и имаго G1 в природе наблюдать проще, чем остальные генерации. Свежие клопы хорошо отличаются от зимовых окраской (я серых тонах), а чистые листья позволяют легко замечать кладки

Стадия жизненного / сезонного цикла: вторая генерация (G1 – G2)	Начало стадии в природе (Краснодар, SSE)	СЭТ к началу стадии в Краснодаре, при $T_p=+11,0^{\circ}\text{C}$ (гр.-дн.)		Тсрс воздуха в течение стадии (метеостанция), $^{\circ}\text{C}$	СЭТ для достижения стадии (гр.-дн.)		Длительность стадии в опыте (сутки)	
		метеостанция, 29 м н.у.м.	ТН-логгер в кроне на NNW (32 м н.у.м. + 6 м)		в природе (метеостанция Краснодар)	in vitro (средняя)	min	max
Выход имаго – яйцекладка (оогенез)	16.06.2020	396	612	22,1	X	46	6	7
Копуляция – яйцекладка	X	X	X	X	X	18	1	2
Появление нимф I (эмбриогенез)	05.07.2020	662	931	24,9	266	206	5	25
Появление нимф II (развитие в нимф III)	09.07.2020	726	1005	27,4	64	47	2	4
Появление нимф III (развитие в нимф IV)	11.07.2020	751	1036	23,5	25	36	2	2
Появление нимф IV (развитие в нимф V)	13.07.2020	781	1070	25,6	30	29	1	2
Появление нимф V (формирование имаго)	15.07.2020	804	1096	22,9	23	40	2	3
Появление имаго G2	19.07.2020	856	1160	23,7	53	55	2	3
Расселение имаго G2	31.07.2020	1024	1355	25,4	X	X	X	X
Развитие: нимфы I – имаго G2		X	X	X	194	293	11	13
Развитие: яйца G2 – имаго G2	X	X	X	X	460	430	16	24
Развитие: имаго G1 – имаго G2		X	X	X	X	X	26	27

Свежие имаго G1 после короткого периода питания концентрируются на краях листьев периферических побегов южной части кроны и покидают поврежденные маточные деревья. Лету способствует Тсрс > +26°C

Стадия жизненного / сезонного цикла: третья генерация (G2 – G3)	Начало стадии в природе (Краснодар, SSE)	СЭТ к началу стадии в Краснодаре, при $T_p=+11,0^{\circ}\text{C}$ (гр.-дн.)		Тсрс воздуха в течение стадии (метеостанция), $^{\circ}\text{C}$	СЭТ для достижения стадии (гр.-дн.)		Длительность стадии в опыте (сутки)	
		метеостанция, 29 м н.у.м.	ТН-логгер в кроне на NNW (32 м н.у.м. + 6 м)		в природе (метеостанция Краснодар)	in vitro (средняя)	min	max
Выход имаго – яйцекладка (оогенез)	31.07.2020	1024	1355	25,0	168	111	3	5
Появление нимф I (эмбриогенез)	01.08.2020	1036	1368	25,1	13	150	4	7
Появление нимф II (развитие в нимф III)	03.08.2020	1057	1393	22,0	21	48	2	3
Появление нимф III (развитие в нимф IV)	05.08.2020	1082	1423	22,8	25	23	1	2
Появление нимф IV (развитие в нимф V)	10.08.2020	1165	1516	27,0	83	41	2	4
Появление нимф V (формирование имаго)	13.08.2020	1206	1563	25,6	42	41	3	3
Появление имаго G3	26.08.2020	1353	1732	22,3	147	49	3	4
Расселение имаго G3	27.08.2020	1366	1747	24,0	X	X	X	X
Развитие: нимфы I – имаго G3		X	X	X	317	208	12	14
Развитие: яйца G3 – имаго G3	X	X	X	X	329	353	19	28
Развитие: имаго G2 – имаго G3		X	X	X	497	435	22	33

Приток имаго-иммигрантов G1 и G1 всегда интенсивнее на опушках южных экспозиций и южных склонах возвышенностей. В сплошных массивах имаго концентрируются на верхних деревьях, также преимущественно на самых солнечных участках кроны. Такие биотопы уже к июлю отличаются сплоченным распределением личинок дуба, в августе приобретают белый оттенок, смещающийся соломенным

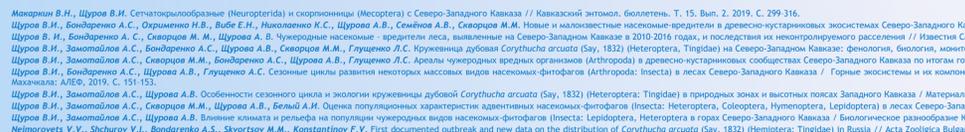
Стадия жизненного / сезонного цикла: четвертая генерация (G3 – G4)	Начало стадии в природе (Краснодар, SSE)	СЭТ к началу стадии в Краснодаре, при $T_p=+11,0^{\circ}\text{C}$ (гр.-дн.)		Тсрс воздуха в течение стадии (метеостанция), $^{\circ}\text{C}$	СЭТ для достижения стадии (гр.-дн.)		Длительность стадии в опыте (сутки)	
		метеостанция, 29 м н.у.м.	ТН-логгер в кроне на NNW (32 м н.у.м. + 6 м)		в природе (метеостанция Краснодар)	in vitro (средняя)	min	max
Выход имаго – яйцекладка (оогенез)	30.08.2020	1404	1790	23,6	X	152	9	10
Появление нимф I (эмбриогенез)	15.09.2020	1622	2005	24,6	218	131	9	22
Появление нимф II (развитие в нимф III)	17.09.2020	1641	2028	20,7	19	42	X	3
Появление нимф III (развитие в нимф IV)	21.09.2020	1691	2054	23,0	50	25	X	2
Появление нимф IV (развитие в нимф V)	27.09.2020	1762	2115	22,9	X	53	3	6
Появление нимф V (формирование имаго)	27.09.2020	1762	2115	22,9	X	53	3	6
Появление имаго G4	24.09.2020	1726	2080	22,7	X	36	X	4
Развитие: нимфы I – имаго G4		X	X	X	322	211	X	17
Развитие: яйца G4 – имаго G4	X	X	X	X	378	X	26	X
Развитие: имаго G3 – имаго G4		X	X	X	X	521	X	36
Имаго G0 – имаго G1 (самые первые особи)					366		X	
Имаго G0 – имаго G2 (самые первые особи)					826		X	
Имаго G0 – имаго G3 (самые первые особи)					1323		X	
Имаго G0 – имаго G4 (самые первые особи)					1695		X	

Реализация сезонного цикла *C. arcuata* зависит от высотного пояса, микроклимата станции (экспозиция склона, опушка, дерева, участка кроны, конкретной ветви) и календарного периода, на который пришлось первое заселение данного местообитания в текущем сезоне. Повторяющаяся колонизация изолированных массивов и одиночных деревьев часто затрудняет анализ структуры локальной популяции. Сложность добавляет значительная растянутость каждой волны миграции (расселение имаго G0 длится с конца апреля в зоне дубрав до середины июня в высокогорьях), продолжительность самой яйцекладки (до 14 суток) и иногда длительного развития личинок в яйцах (до 25 суток с момента их откладки).

На большей части региона (до 700 м н.у.м.) вид формирует три поколения с мая по октябрь (но не на одних растениях). На Черноморской побережье, в предгорьях северного макросклона, в населенных пунктах этой же зоны (с особым микроклиматом) формируется дополнительная генерация G4 в сентябре–ноябре. Она развивается на листьях побегов второго и третьего прироста дуба, которые к сентябрю наиболее поражены хлорозом при питании предшествующих поколений. На высотах 700–900 м н.у.м. (Тесбай, Гузерипль) могут развиваться два полных и частично третье поколение. На высотах более 1200 м н.у.м. (кр. Ашиш-Тау, Гуама, Скалистый), где в зоне температурной инверсии произрастают наиболее высокие массивы *Quercus petraea*, в июне–сентябре формируется единственная полная генерация от местных родителей G0, а в августе–октябре наблюдаются потомки поздних особей-иммигрантов G1 и G2.



Свежие имаго (5 часов) и акцурый V



яйцекладка G1: >2100 яиц/лист

мигранты G2 на Salix, 1553 м, г. Бувава

хлороз второго прироста (G2) и G3



зимовка имаго G0 2020 под корой

концентрация G0 на яйцекладку

массовый выход имаго G1 2020

вторая иммиграция имаго G0

первое свежее имаго G1 2020

поздний выход имаго G1 2020

выход первых клопов с зимовки в 2020 г. начался уже 14.03.2020, совпав с распушением листьев берышника. Доля самок под корой в предгорьях сократилась до 52–54%, на ветвях же их было 71–100%. Среди майских иммигрантов в Краснодаре они составляли (в среднем) 74%. Отмирание самок G0 в здесь же наблюдалось к появлению первых имаго G1: 16-24.06.2020. Оно зафиксировано по снижению их доли до 29%.

свежая яйцекладка G2

пик выхода нимф G2

пик выхода имаго G2

В зоне оптимума на Северном Кавказе G2-поколение *C. arcuata* является наиболее многочисленным. Это установлено по количеству групповых яйцекладок, общей плотности яиц на листьях, степени их повреждения, масштабу августовской миграции в высокогорьях и среднегорьях. Среди таких «далних» мигрантов самки всегда преобладают, составляя 75–98%. Очевидно, роль имаго этого поколения состоит в расселении.

начало яйцекладки G3

пик выхода нимф G3 из яиц

ранний выход имаго G3

иммигранты на Salix, 1900 м

хлороз, остающийся имаго

уход имаго G3 на зимовку

нимфы G3 обычно обнаруживаются на неповрежденных или слабо декорированных кронах в августе побегов, прежде всего на листьях второго и третьего приростов дуба и других пород. Кладки G3 заметно малочисленнее, чем у G2. С середины августа наблюдается снижение доли самок в кронах. В садах многие имаго G3 после периода «лета» стремились укрыться в субстрате. Очевидно, часть популяции уходит на зимовку рано.

ранние нимфы II и III G4

ранние нимфы V G4

поздние нимфы IV G4

самые поздние иммигранты G3 и местные «G2», 1200 м

уход имаго G3-G4 на зимовку, 140 м н.у.м.

Клоп *Derocoris lutescens* (Schilling, 1837) регулярно встречается в некоторых многочисленных популяциях *C. arcuata* с 2018 г. Его имаго и нимфы с июня по октябрь держатся рядом с выходами кроны дубовой и обследуют ее яйцекладки. Питание имаго этого вида на листьях фитофага удалось наблюдать в природе и в лабораторных условиях. Клоп *Orius horvathi* (Reuter, 1884) также обитает в колониях *C. arcuata* (Краснодар, кр. Гуама). Взрослые клопы охотятся на младших личинок кружковиды, подстерегая выходящих из хорионов на яйцекладках. В 2018–2020 гг. в выхос из популяций кружковиды часто встречались личинки и имаго *Curculionidae* – прежде всего *Chrysorhiza* и *Coniopolitidae*. В 2020 г. в Краснодаре удалось наблюдать развитие несложившейся генерации *Conivertina paciformis* (Curtis, 1834) на деревьях, сильно поврежденных G2 и G3 *C. arcuata*. Длительно живут на кружковиде хищники и личинки *Platygaster*.

самые поздние нимфы IV G4

G2+G3+G4

G0 2021

клопы, питающиеся нимфами младших возрастов *C. arcuata*

пильчорок *Conivertina paciformis* иногда обитает в колониях *C. arcuata*

в колониях *C. arcuata* личинками питаются 2–3 вида *Chrysorhiza*

яйца 2 генерации на выведенных

питание *C. arcuata* оставляет следы не только на листьях деревьев...

максимальный хлороз листьев дуба

аллергический дерматит на плече

коконы 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

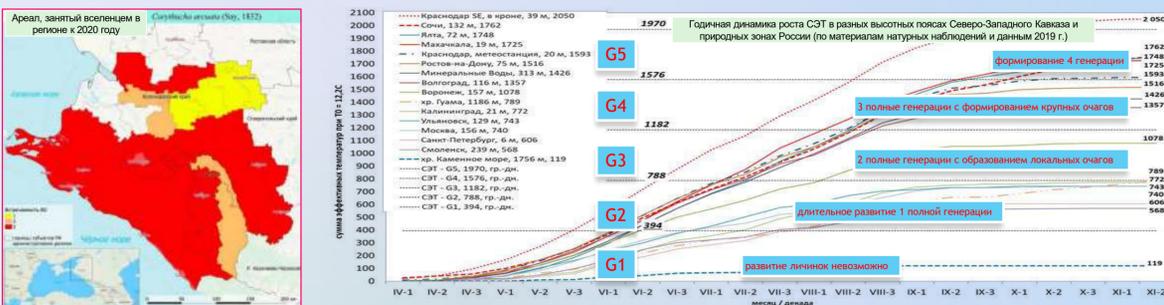
яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных

яйца 2 генерации на выведенных



Ареал, занятый вселенцем в регионе к 2020 году

Сезонный цикл фитофага нами изучался в разных высотных поясах Северо-Западного Кавказа с использованием портативных метеостанций (ТН-логгеров), с 2017 г. размещаемых в 8–13 пунктах, включая кроны дубов (на высоте 6–14 м). Автоматическое фиксирование температуры и влажности (24 раза в сутки) сопровождалось регулярным осмотром модельных деревьев, модельных ветвей и помеченных на них листьев (около 100 за сезон 2020). Основные наблюдения выполнены в Краснодаре, миграция имаго фиксировалась в высокогорьях Республики Адыгея (массивы Лагонакского нагорья). Важнейшие объекты охватывались 3–4 раза в неделю, в период прогнозируемого появления свежих имаго и особенно имаго осмотр выполнялся ежедневно утром и вечером. Принципиальные события метаморфоза фотографировались на каждой модели с апреля по ноябрь. В 2020 году получено более 12 тыс. документальных фотографий. Около 40 экспериментов поставлено с особями всех поколений в квазиразличных условиях. В целом в 2019–2020 гг. выполнено анализ 726 проб (выборки имаго, нимф, листьев, побегов) из 1361, исследованной с 2015 года. Более 80% выборок имаго взвешивалось.

